МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ 33402— 2015

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩЕЙ ОПАСНОСТЬ ДЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Определение низкомолекулярной массы полимеров методом гель-проникающей хроматографии

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 339 «Безопасность сырья, материалов и веществ» на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии международного документа, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 22 июля 2015 г. № 78-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	Минэкономики Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 октября 2015 г. № 1530-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 33402—2015 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 сентября 2016 г.

5 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному документу OECD, Test No. 119:1996 «Определение низкомолекулярной массы полимеров методом гель-проникающей хроматографии» («Determination of the low molecular weight content of a polymer using gel permeation chromatography», MOD) путем изменения структуры. Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного документа приведено в дополнительном приложении ДА.

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного документа для приведения в соответствие с ГОСТ 1.5 (подраздел 3.6)

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

7 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Май 2019 г.

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

Стандартинформ, оформление, 2016, 2019

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Общие сведения 1
3 Исследуемые показатели и единицы измерения 1
4 Стандартные вещества 2
5 Принцип метода 2
6 Достоверность испытания 2
7 Описание испытания 3
8 Данные и отчет о проведении испытания 5
Приложение А (рекомендуемое) Указания по внесению поправки на присутствие нерастворимых компонентов в низкомолекулярной фракции 7
Приложение ДА (справочное) Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного документа 8
Библиография 10

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩЕЙ ОПАСНОСТЬ ДЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Определение низкомолекулярной массы полимеров методом гель-проникающей хроматографии

Test methods of chemicals of environmental hazard.
Determination of the low molecular weight of a polymer using gel permeation chromatography

Дата введения — 2016—09—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает метод определения содержания низкомолекулярных фракций в полимерах с использованием гель-проникающей хроматографии.

2 Общие сведения

2.1 Полимерные молекулы существенно различаются по своим свойствам. В связи с этим невозможно разработать один универсальный метод, точно устанавливающий условия разделения и оценки полимерных молекул и предусматривающий все возможные варианты и особенности их поведения. В частности, сложные полимерные системы часто не поддаются анализу с помощью гель-проникающей хроматографии (ГПХ). Если ГПХ не применима, то содержание низкомолекулярных фракций в полимерах определяют с использованием других методов. В таких случаях в отчете о проведении испытания указывают полную информацию и приводят обоснование используемого метода.

2.2 Метод, представленный в настоящем стандарте, основан на [1]. Подробная информация о процедуре испытания и оценке результатов приведена в указанном стандарте. Любые изменения условий испытания должны быть обоснованы.

2.3 В представленном методе в качестве стандартного вещества используются образцы полистирола с известной полидисперсностью. Кроме того, полистирол может быть модифицирован для получения структур, соответствующих определенным полимерам, например водорастворимым и длинноцепочечным разветвленным полимерам.

3 Исследуемые показатели и единицы измерения

3.1 Среднечисловая молекулярная масса M_n и среднемассовая молекулярная масса M_w вычисляются по соотношениям:

$$M_n = \frac{\sum_{i=1}^{n} H_i}{\sum_{i=1}^{n} H_i / M_i}, \quad (1)$$

$$M_w = \frac{\sum_{i=1}^{n} H_i \cdot M_i}{\sum_{i=1}^{n} H_i}, \quad (2)$$

где H_i — уровень сигнала детектора по сравнению с базовой линией для объема удерживания V_i;
M_i — молекулярная масса фракции полимера при объеме удерживания V_i;
n — число информационных точек.

Издание официальное

3.2 Ширина молекулярно-массового распределения, которая является показателем дисперсности системы, определяется соотношением M_w/M_n.

3.3 Низкая молекулярная масса условно определяется как молекулярная масса менее 1000 дальтон.

4 Стандартные вещества

Поскольку гель-проникающая хроматография является относительным методом, то необходимо проводить калибровку. Как правило, в качестве стандартного вещества используют полистирол с распределением в узком интервале и линейным строением с известными средними молекулярными массами M_n и M_w и известным молекулярно-массовым распределением. Калибровочную кривую используют для определения молекулярной массы пробы неизвестного полимера, только если условия разделения пробы и стандартного вещества являются идентичными. Определяемое соотношение между молекулярной массой и объемом удерживания действительно только для конкретных условий индивидуального испытания. Условия прежде всего включают температуру, растворитель (или смесь растворителей), условия хроматографирования и разделительную колонку или систему колонок. Молекулярные массы проб, определенные таким образом, являются относительными значениями и описываются как «эквивалентные полистиролу молекулярные массы». Это означает, что в зависимости от структурных и химических различий между пробой и стандартным веществом молекулярные массы могут в большей или меньшей степени отличаться от абсолютных значений. Использование других стандартных веществ, например полиэтиленгликоля, полиэтиленоксида, полиметилметакрилата, полиакриловой кислоты, должно быть обосновано.

5 Принцип метода

5.1 Гель-проникающая хроматография представляет собой особый тип жидкостной хроматографии, в котором проба разделяется соответственно гидродинамическому объему отдельных компонентов [2]. Разделение проводится по мере прохождения пробы через колонку, заполненную пористым материалом, обычно органическим гелем. Небольшие молекулы проникают через поры, в то время как крупные молекулы задерживаются. Путь крупных молекул короче, поэтому они элюируются первыми. Молекулы со средним размером проникают через некоторые поры и элюируются позднее. Самые маленькие молекулы со средним гидродинамическим радиусом меньше, чем поры геля, проникают через поры и элюируются последними.

5.2 Теоретически разделение регулируется только размером молекул, но на практике трудно избежать влияния некоторых эффектов абсорбции. Неоднородная упаковка колонки и мертвые объемы могут ухудшить разделение [2].

5.3 Детектирование проводится, например, по показателю преломления или УФ-поглощению элюата и дает кривую нормального распределения молекулярной массы. Однако для нанесения фактических значений молекулярной массы на кривую следует откалибровать колонку пропусканием полимеров с известной молекулярной массой и структурой, аналогичной структуре исследуемого полимера, например различных образцов полистирола. Как правило, получается кривая Гаусса, иногда искаженная небольшим хвостом за счет присутствия низкомолекулярных фракций, с вертикальной осью, указывающей количество по массе различных элюированных молекул с разной массой, и горизонтальной осью, указывающей логарифмические значения молекулярной массы. Содержание низкомолекулярных фракций определяют по этой кривой. Расчет является точным, если содержание молекул с низкой молекулярной массой эквивалентно массе полимера в целом.

6 Достоверность испытания

Воспроизводимость (относительное стандартное отклонение) объема удерживания должна быть ниже 0,3 %. Требуемая воспроизводимость анализа может быть обеспечена путем корректировки с использованием стандартного вещества, если хроматограмма оценивается в зависимости от времени и не соответствует указанному выше критерию [1].

Характерные значения молекулярной массы и полидисперсности стандартов полистирола представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Характерные значения молекулярной массы и соотношения M_w/M_n для образцов полистирола

M_p	M_w/M_n
$M_p < 2000$	$M_w/M_n < 1,20$
$2000 \le M_p \le 10^6$	$M_w/M_n < 1,05$
$M_p > 10^6$	$M_w/M_n < 1,20$

Примечание — Значение M_p является значением молекулярной массы образца в максимуме пика.

7 Описание испытания

7.1 Приготовление стандартных растворов полистирола

7.1.1 Образцы полистирола растворяют в выбранном растворителе (элюенте) при тщательном перемешивании. При приготовлении растворов следует соблюдать рекомендации изготовителя образцов.

7.1.2 Концентрации используемых стандартных растворов выбирают в зависимости от различных факторов, например инжектируемого объема, вязкости раствора и чувствительности детектора. Максимальный инжектируемый объем следует подбирать с учетом длины колонки во избежание ее перегрузки. Типичные инжектирумые объемы для аналитического разделения при использовании ГПХ для колонок размером 30 × 7,8 мм обычно находятся в пределах от 40 до 100 мкл. Возможно использование больших объемов, но не превышающих 250 мкл. Следует определить оптимальное соотношение между инжектируемым объемом и концентрацией стандартного раствора перед фактической калибровкой колонки.

7.2 Приготовление исследуемых растворов

В общем случае процедура приготовления исследуемых растворов аналогична процедуре приготовления стандартных растворов. Пробу исследуемого полимера растворяют в подходящем растворителе, например тетрагидрофуране (ТГФ), при тщательном перемешивании. Растворение нельзя проводить на ультразвуковой бане. При необходимости приготовленный раствор очищают пропусканием через мембранный фильтр с размером пор в диапазоне от 0,2 до 2 мкм. Если в приготовленном растворе присутствуют нерастворенные частицы, то это следует указать в отчете о проведении испытания, поскольку такие частицы могут являться молекулами с высокой молекулярной массой. Для определения процентного содержания нерастворенных частиц по массе используют соответствующий метод. Приготовленные растворы можно использовать в течение 24 ч.

7.3 Поправка на содержание примесей и добавок

Как правило, необходимо проводить корректировку для учета содержания неполимерных компонентов (например, примесей и/или добавок) в низкомолекулярной фракции (M < 1000) исследуемого полимера. Поправка вносится, только если измеренное содержание низкомолекулярной фракции составляет > 1 %. Для внесения поправки используют прямой анализ исследуемого раствора или элюата, полученного после прохождения колонки. В тех случаях, когда элюат является слишком разбавленным для дальнейшего анализа, следует провести его концентрирование. Концентрирование может проводиться путем выпаривания элюата и повторного растворения сухого остатка. Условия, при которых проводится концентрирование, не должны вызывать изменения элюата. Обработка элюата после прохождения колонки зависит от выбранного метода количественного определения.

7.4 Оборудование

7.4.1 Хроматограф для гель-проникающей хроматографии включает следующие элементы:

- резервуар для растворителя;
- дегазатор (при необходимости);
- насос;
- гаситель пульсации (при необходимости);
- систему инжектирования;
- хроматографические колонки;
- детектор;
- расходометр (при необходимости);
- систему для регистрации и обработки данных;
- сливной резервуар.

7.4.2 Необходимо гарантировать инертность системы по отношению к используемому растворителю (например, за счет использования стальных капилляров при применении ТГФ).

7.5 Инжектирование и система подачи растворителя

Определенный объем исследуемого раствора загружают в колонку на четко ограниченную зону, вручную или используя автосамплер. При внесении пробы вручную слишком быстрое движение или ослабление поршня шприца может привести к погрешности в измерении молекулярно-массового распределения. Система подачи растворителя должна быть, насколько это возможно, свободной от пульсаций. В наилучшем случае система должна быть снабжена гасителем пульсации. Скорость потока должна составлять порядка 1 мл/мин.

7.6 Колонка

Испытание проводится с использованием одной колонки или нескольких последовательно соединенных колонок. В качестве материала для колонки (колонок) могут использоваться пористые материалы, характеризующиеся определенными свойствами (например, размер пор, предел эксклюзии). Выбор материала или длины колонки зависит от свойств исследуемого полимера (гидродинамический объем, молекулярно-массовое распределение) и конкретных условий, используемых для разделения, таких как растворитель, температура и скорость потока [1], [2], [3].

7.7 Число теоретических тарелок

Колонку или систему колонок, используемых для разделения, следует охарактеризовать по числу теоретических тарелок. В случае использования ТГФ в качестве элюента число теоретических тарелок определяют при загрузке раствора этилбензола или другого подходящего неполярного растворителя в колонку с известной длиной. Число теоретических тарелок вычисляют по соотношению:

$$N = 5{,}54\left(\frac{V_e}{W_{1/2}}\right)^2 \tag{3}$$

или

$$N = 16\left(\frac{V_e}{W}\right)^2, \tag{4}$$

где N — число теоретических тарелок;

V_e — объем удерживания в максимуме пика;

W — ширина пика у основания;

$W_{1/2}$ — ширина пика на половине высоты.

7.8 Эффективность разделения

7.8.1 В дополнение к числу теоретических тарелок, которое является величиной, характеризующей пропускную способность колонки, также оценивают эффективность разделения, которую определяет крутизна калибровочной кривой. Эффективность разделения колонки вычисляют по соотношению:

$$\frac{V_{e,M_x} - V_{e_i(10.M_x)}}{\text{Площадь поперечного сечения колонки}} \geq 6{,}0\left[\frac{\text{см}^3}{\text{см}^2}\right], \tag{5}$$

где V_{e,M_x} — объем удерживания для полистирола с молекулярной массой M_x;

$V_{e_i(10.M_x)}$ — объем удерживания для полистирола с молекулярной массой, большей в 10 раз.

7.8.2 Разрешающая способность R колонки (системы колонок) вычисляется по формуле

$$R_{1,2} = 2 \cdot \frac{V_{e1} - V_{e2}}{W_1 + W_2} \cdot \frac{1}{\log_{10}\left(M_2/M_1\right)}, \tag{6}$$

где V_{e1}, V_{e2} — объемы удерживания для двух стандартов полистирола в максимуме пика;

W_1, W_2 — ширина пиков у основания;

M_1, M_2 — молекулярные массы в максимуме пика (должны различаться в 10 раз).

7.8.3 Значение R системы колонок должно быть выше 1,7 [4].

7.9 Растворители

Все растворители должны быть высокочистыми (при использовании ТГФ его чистота должна составлять 99,5 %). Резервуар для растворителя (если необходимо, в атмосфере инертного газа) должен быть достаточно большим для калибровки колонки и анализа нескольких проб. Растворитель следует дегазировать перед его подачей в колонку с помощью насоса.

7.10 Контроль температуры

Температура ключевых внутренних элементов (инжекционной петли, колонок, детектора и трубок) должна быть постоянной и соответствовать выбору растворителя.

7.11 Детектор

Детектор предназначен для количественной регистрации концентрации раствора, элюированного из колонки. Для предупреждения нежелательного расширения пиков объем кюветы детектора должен быть как можно меньше. Объем кюветы не должен превышать 10 мкл, за исключением детектора светорассеяния и вискозиметрического детектора. Для детектирования обычно используется дифференциальная рефрактометрия. В отдельных случаях с учетом определенных свойств исследуемого раствора или элюента требуется использовать другие типы детекторов, например УФ/ВИД, ИК, вискозиметрические детекторы и т. д.

8 Данные и отчет о проведении испытания

8.1 Данные

8.1.1 Критерии для подробной оценки результатов испытания, а также требования к сбору и обработке данных представлены в [1].

8.1.2 Для каждого исследуемого раствора проводят два независимых испытания. Результаты каждого испытания рассматривают индивидуально.

8.1.3 Следует четко указать, что полученные значения являются относительными значениями, эквивалентными молекулярным массам используемого стандартного вещества.

8.1.4 Для всех испытаний также следует указывать результаты испытания контрольных растворов. Испытание контрольных растворов должно проводиться в условиях, аналогичных условиям обработки исследуемых растворов.

8.1.5 После определения объемов удерживания или времени удерживания (скорректированных с использованием внутреннего стандарта) строят график зависимости $\log M_p$ (где M_p представляет максимум пика стандартного вещества, используемого для калибровки) от одного из указанных количественных показателей. Требуется не менее двух точек на 10 значений молекулярной массы и не менее пяти точек для построения калибровочной кривой. Диапазон молекулярных масс на калибровочной кривой должен включать предполагаемые значения молекулярной массы исследуемого полимера. Конечная точка кривой (низкая молекулярная масса) определяется н-гексилбензолом или другим подходящим неполярным растворителем. Определяют участок кривой, соответствующий значениям молекулярной массы ниже 1000, и при необходимости вносят поправку на примеси и добавки. Кривые элюирования анализируют с использованием электронных методов обработки данных. Информация о методах ручной обработки данных представлена в [3].

8.1.6 Если на колонке остается нерастворимый полимер, то предполагается, что его молекулярная масса будет выше, чем молекулярная масса растворенной фракции, и это не приведет к завышению результатов при определении низкомолекулярной фракции. Указания по внесению поправки на присутствие нерастворимых компонентов в низкомолекулярной фракции исследуемого полимера представлены в приложении А.

8.1.7 Кривую распределения представляют в виде таблицы или рисунка (разностная частота или сумма процентов в зависимости от $\log M$). В графическом представлении первая десятка молекулярных масс должна быть шириной примерно 4 см, и максимум пика должен иметь высоту примерно 8 см. В случае интегральных кривых распределения разница по оси ординат в пределах от 0 % до 100 % должна составлять примерно 10 см.

8.2 Отчет о проведении испытания

Отчет о проведении испытания должен включать следующую информацию:

Исследуемое вещество:

- доступная информация об исследуемом веществе (химическая идентификация, добавки, примеси);
- описание приготовления исследуемого раствора, наблюдения и возникавшие трудности.

Оборудование:

- резервуар для растворителя, инертный газ, дегазация растворителя, состав растворителя с указанием примесей;
- насос, гаситель пульсации, система инжектирования;
- разделительные колонки (изготовитель, полная информация о характеристиках колонки, в частности размер пор, разделительный материал и т. д., число, длина и порядок используемых колонок);
- число теоретических тарелок колонки (или системы колонок), эффективность разделения (разрешающая способность системы);
- информация о симметрии пиков;
- температура колонки, вид температурного контроля;
- детектор (принцип измерения, тип, объем кюветы);
- расходометр, при использовании (изготовитель, принцип измерения);
- система сбора и обработки данных (аппаратное и программное обеспечение).

Калибровка системы:

- подробное описание метода построения калибровочной кривой;
- информация о критериях качества для данного метода (например, коэффициент корреляции, сумма квадратов ошибок и т. д.);
- информация обо всех экстраполяциях, допусках и приближениях, сделанных во время испытания, оценки и обработки данных.

Все измерения, используемые для построения калибровочной кривой, представляют в табличной форме, включающей следующую информацию для каждой точки калибровочной кривой:

- наименование образца стандартного вещества;
- изготовитель образца;
- значения показателей M_p, M_n, M_w, M_w/M_n для стандартных веществ, указанные изготовителем или полученные при последующем испытании с описанием используемого метода;
- инжектируемый объем и инжектируемая концентрация;
- значение M_p, использованное для калибровки;
- объем удерживания или скорректированное время удерживания, измеренное в максимуме пика,
- значение M_p, рассчитанное в максимуме пика;
- ошибка в процентах от рассчитанного значения M_p и значения в соответствии с калибровочной кривой.

Содержание низкомолекулярной фракции:

- описание методов анализа и проведения испытаний;
- информация о процентном содержании низкомолекулярной фракции в исследуемом образце (по массе);
- информация о процентном содержании примесей, добавок и других неполимерных компонентов в исследуемом образце (по массе).

Оценка результатов:

- оценка на временной основе: все методы для обеспечения требуемого воспроизведения (метод корректировки, внутренний стандарт и т. п.);
- информация о проведении оценки на основе объема удерживания или времени удерживания;
- информация о пределах оценки, если пик был не полностью проанализирован;
- описание методов сглаживания, при использовании;
- подготовка и предварительная обработка исследуемого раствора;
- присутствие нерастворенных частиц;
- инжектируемый объем (мкл) и инжектируемая концентрация (мг/мл);
- наблюдения, указывающие на эффекты, приводящие к отклонениям от теоретического профиля гель-проникающей хроматографии;
- подробное описание всех изменений процедуры испытания;
- диапазон значений ошибок;
- любая другая информация и наблюдения, имеющие значение для интерпретации результатов.

Приложение А
(рекомендуемое)

Указания по внесению поправки на присутствие нерастворимых компонентов в низкомолекулярной фракции

Присутствие нерастворимых компонентов в исследуемом образце приводит к потере массы во время проведения испытания методом гель-проникающей хроматографии. Нерастворимый компонент необратимо удерживается на колонке или фильтре для проб, в то время как растворимая фракция пробы проходит через колонку. В том случае, когда можно определить или измерить приращение показателя преломления (d*n*/d*c*) полимера, то определяют потерю массы пробы на колонке. Поправка вносится с использованием внешней калибровки со стандартными веществами с известной концентрацией и d*n*/d*c* для калибровки показания рефрактометра. В примере, приведенном ниже, в качестве стандартного вещества используется полиметилметакрилат (ПММА).

При проведении анализа акриловых полимеров методом гель-проникающей хроматографии для внешней калибровки используют раствор ПММА в ТГФ с известной концентрацией. Полученные данные применяют для определения рефрактометрической константы по соотношению

$$K = \frac{R}{C \cdot V \cdot \mathrm{d}n/\mathrm{d}c}, \qquad (7)$$

где K — рефрактометрическая константа, мкВ · с/мл;
R — показания для образца ПММА, мкВ · с;
C — концентрация образца ПММА, мг/мл;
V — инжектируемый объем, мл;
d*n*/d*c* — приращение показателя преломления для образца ПММА в тетрагидрофуране, мл/мг.

Следующие данные являются типичными для образца ПММА:

R — 2937891;

C — 1,07 мг/мл;

V — 0,1 мл;

d*n*/d*c* — $9{,}10^{-5}$ мл/мг.

Полученное значение $K = 3{,}05 \cdot 10^{11}$ затем используют для расчета теоретического показания детектора, если 100 % инжектированного полимера элюируется через детектор.

Приложение ДА
(справочное)

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного документа

Таблица ДА.1

Структура международного документа	Структура межгосударственного стандарта
Раздел 1	—
Раздел 2	2.1
Раздел 3	2.2
Раздел 4	3.1
Раздел 5	3.2
Раздел 6	3.3
Раздел 7	Раздел 4
Раздел 8	5.1
Раздел 9	5.2
Раздел 10	5.3
Раздел 11	Раздел 6
Раздел 12	7.1.1
Раздел 13	7.1.2
Раздел 14	7.2
Раздел 15	7.3
Раздел 16	7.4.1
Раздел 17	7.4.2
Раздел 18	7.5
Раздел 19	7.6
Раздел 20	7.7
Раздел 21	7.8.1
Раздел 22	7.8.2
Раздел 23	7.8.3
Раздел 24	7.9
Раздел 25	7.10
Раздел 26	7.11
Раздел 27	8.1.1
Раздел 28	8.1.2
Раздел 29	8.1.3
Раздел 30	8.1.4
Раздел 31	8.1.5

Окончание таблицы ДА.1

Структура международного документа	Структура межгосударственного стандарта
Раздел 32	8.1.6
Раздел 33	8.1.7
Раздел 34	8.2
Литература	Библиография
Приложение	Приложение А

Библиография

[1] DIN 55672:1995 Gelpermeationschromatographie (GPC) mit Tetrahydrofuran (THF) als Elutionsmittel, Teil 1 [Гель-проникающая хроматография (ГПХ) с тетрагидрофураном (ТГФ) в качестве элюента, часть 1]

[2] Yau W.W., Kirkland J.J. and Bly D.D., 1979. Modern Size Exclusion Liquid Chromatography, J. Wiley&Sons (Современная жидкостная хроматография исключения размера)

[3] ASTM D 3336—91 Standard Test Method for Molecular Weight Averages and Molecular Weight Distribution by Liquid Exclusion Chromatography (Gel Permeation Chromatography — GPC, American Society for Testing and materials, Philadelphia, Pennsylvania)
(Стандартный метод определения среднемассовой молекулярной массы и молекулярно-массового распределения жидкостной гель-проникающей хроматографией (гель-проникающей хроматографией = ГПХ)

[4] ASTM D 5296—92 Standard Test Method for Molecular Weight Averages and Molecular Weight Distribution of Polystyrene by High Performance Size-Exclusion Chromatography, American Society for Testing and materials, Philadelphia, Pennsylvania (Стандартный метод определения среднемассовой молекулярной массы и молекулярно-массового распределения полистирола гель-проникающей хроматографией высокого давления)

УДК 658.382.3:006.354 МКС 13.020.01

Ключевые слова: химическая продукция, окружающая среда, низкомолекулярная масса, гель-проникающая хроматография

Редактор *Е.И. Мосур*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Е.Р. Ароян*
Компьютерная верстка *Ю.В. Поповой*

Сдано в набор 14.05.2019. Подписано в печать 15.07.2019. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,40.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru